চুম্বক ক্ষেত্র :- চুম্বক বা বিদ্যুৎ পরিবাহীর সি অঞ্চলকে চুম্বকীয় প্রভাব অনুভূত হয়, সেই অঞ্চলক চুম্বক ক্ষেত্র বোলে।

চুম্বক ক্ষেত্র প্রাবল্যক B ৰে বুজোৱা হয়। ইয়াৰ একক টেছলা (Tesla)

বিদ্যুৎ ক্ষেত্র আৰু চুম্বক ক্ষেত্রৰ মাজত পার্থক্য—

(i) বিদ্যুৎ ক্ষেত্র বিদ্যুতিক আধানৰ বাবে উৎপত্তি হয় কিন্তু চুম্বক ক্ষেত্র চুম্বক বা বিদ্যুৎ পরিবাহীত উৎপন্ন হয়

(ii) বিদ্যুৎ ক্ষেত্র স্থিৰ আৰু গতিশীল দুয়োবিধ আধানৰ বাবে উৎপন্ন হয়। কিন্তু চুম্বক ক্ষেত্র কেবল গতিশীল আধানৰ বাবে উৎপন্ন হয়।

(iii) ~~চুম্বক ক্ষেত্রই~~ বিদ্যুৎ ক্ষেত্রই স্থিৰ আৰু গতিশীল আধানৰ ওপৰত ক্রিয়া কৰিব পাৰে কিন্তু চুম্বক ক্ষেত্রই কেবল গতিশীল আধানৰ বাবে ক্রিয়া কৰিব পাৰে।

বায়ট অ্যাণ্ড সেভার্টর সূত্র [Bio-Savart's law] :-

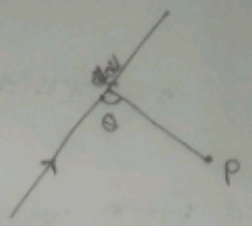
যদি dl, I প্রবাহ বাহিত একটি পরিবাহীর dl প্রবাহ বরাবর আছে r দূরত্বে রাখা P বিন্দুতে চুম্বকীয় ক্ষেত্রের প্রাবল্যের [ক্ষেত্রফল] হবে

$dB \propto I$

$dB \propto dl$

$dB \propto \sin\theta$

$dB \propto \frac{1}{r^2}$



$\therefore dB \propto \frac{Idl\sin\theta}{r^2}$

$dB = k\frac{Idl\sin\theta}{r^2}$

$\therefore$ এখানে, $k = \frac{\mu_0}{4\pi} = 10^{-7}\ T.mA^{-1}$

μ_0 = শূন্য মাধ্যমের চুম্বকীয় প্রবেশ্যতা

$① \Rightarrow dB = \frac{\mu_0}{4\pi}\cdot\frac{Idl\sin\theta}{r^2}$

ভেক্টর আকারে,

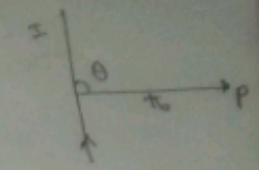
$\vec{dB} = \frac{\mu_0}{4\pi}\cdot\frac{Idl\sin\theta}{r^2}\hat{r}$

$= \frac{\mu_0}{4\pi}\cdot\frac{Idl\sin\theta}{r^2}\cdot\frac{\vec{r}}{r}$

$$= \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{Idl\vec{r}\sin\theta}{r^3}$$

$$\vec{dB} = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I\vec{dl} \times \vec{r}}{r^3}$$ #

Case – ① যদি $\theta = 90^\circ$ বা 180°



$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{Idl}{r^2}$$

এই ক্ষেত্রে dB এর মান সর্বোচ্চ হয়।

Case :- ② যদি $\theta = 0$

$$dB = 0$$

এই ক্ষেত্রে dB এর মান সর্বনিম্ন হয়।

বৃত্তাকার প্রবাহযুক্ত কুণ্ডলীর কেন্দ্রে বিদ্যুৎ ক্ষেত্র প্রাবল্য :-

Let, I প্রবাহ যুক্ত r ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার কুণ্ডলী এটির প্রবাহ মাত্র dl এর জন্য কেন্দ্রে বিদ্যুৎ ক্ষেত্র প্রাবল্যের মান নির্ণয় করতে হবে।

বায়ট - জ্যাভের সূত্র হতে :-

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{Idl\sin\theta}{r^2}$$

$$= \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{Idl}{r^2} \quad \text{---------- (1)} \quad \Big| \theta = 90^\circ$$

এখানে সমস্ত প্রবাহ ক্ষেত্র পাবে :

$$B = \int_0^{2\pi r} dB = \int_0^{2\pi r} \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{Idl}{r^2}$$

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I}{r^2} \int_0^{2\pi r} dl$$

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I}{r^2} \left[l \right]_0^{2\pi r}$$

$$= \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I}{r^2} \left[2\pi r - 0 \right]$$

$$= \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I}{r^2} \times 2\pi r$$

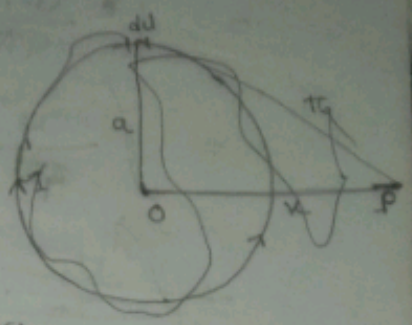
$$\therefore B = \frac{\mu_0 I}{2r}$$

এখানে, N টি বৃত্তাকার প্রবাহ ক্ষেত্র পাবে

$$B = \frac{\mu_0 NI}{2r}$$

বৃত্তাকার প্রবাহ রেখার অক্ষের চুম্বক ক্ষেত্র :-

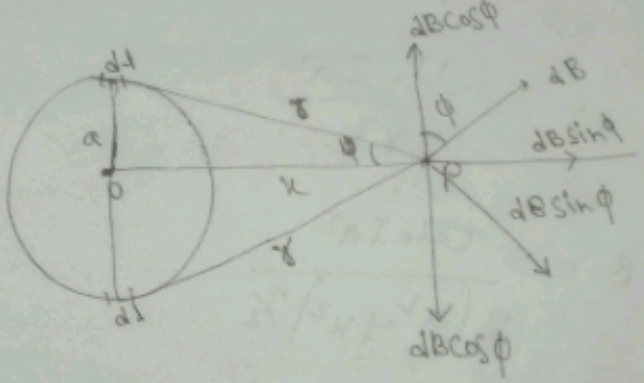
ধরা যাক I প্রবাহ যুক্ত আর a ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার রেখার কেন্দ্র 'O' এবং অক্ষের x দূরত্বে একটি P বিন্দুতে বিন্দুতে ক্ষেত্র প্রাবল্যের মান নির্ণয় করা।



এখানে dl প্রবাহখণ্ডের জন্য, বায়ো-স্যাভার্টের সূত্রমতে —

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{Idl\sin\theta}{r^2} \quad \Big| \; \theta = 90^\circ$$

$$= \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{Idl}{r^2} \quad \text{——— ①}$$



⊛ PT আর PQ দিকের ক্ষেত্রের dB র দুটি অংশকে উপাংশ করে, এটা $dB\cos\phi$ আর $dB\sin\phi$ $dB\cos\phi$ উপাংশ দুটির ফলে কোন ফল হবে না।

সুতরাং লব্ধ চুম্বক ক্ষেত্র প্রাবল্য

$$B = \int (dB\sin\theta + dB\sin\phi)$$

$$= \int dB \sin\phi$$

$$= \int \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I\,dl}{r^2} \cdot \frac{a}{r}$$

$$= \int \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{a\,I\,dl}{r^3}$$

$$= \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{aI}{r^3} \int dl$$

$$= \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{aI}{r^3} \left[2\pi a - 0 \right]$$

$$= \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{aI}{r^3} \times 2\pi a$$

$$= \frac{\mu_0 I a^2}{2r^3}$$

$$\therefore B = \frac{\mu_0 I a^2}{2(a^2+x^2)^{3/2}}$$

যদি P বিন্দুটা N তার বেষ্টন করে—

$$B = \frac{\mu_0 N I a^2}{2a^3}$$

আবার, P বিন্দুটা অসীমতে গেলে—

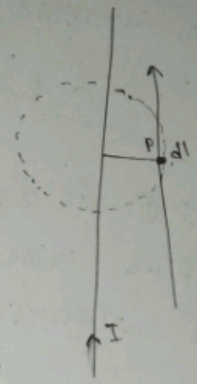
$$B = \frac{\mu_0 N I a^2}{2x^3}$$

এম্পিয়ারের সূত্রের প্রয়োগ

দীর্ঘ ঋজু তারের সূত্র হতে 'I' প্রবাহ চালিত অসীম দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট পাতলা ও দৃঢ়বদ্ধ

P বিন্দুতে বিদ্যুৎ ক্ষেত্র প্রাবল্যের মান হবে –

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$



এখানে, পরিবাহি তারকে অক্ষ বিবেচনা করলে P বিন্দুর মাধ্যমে r ব্যাসার্ধের বৃত্ত এটা বিবেচনা করিলে বৃত্তের প্রতিটা P বিন্দুতে বিদ্যুৎ ক্ষেত্র প্রাবল্যের মান সমান হবে আর দিক স্পর্শের দিকে হবে।

এখন P বিন্দুতে dl তে এটা বিবেচনা করি আরও পদার্থক চুম্বক ক্ষেত্র প্রাবল্যের অনুকলন হবে –

$$\oint B.dl = \oint B dl \cos 0^\circ$$

$$= B \oint dl$$

$$= \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \times 2\pi r$$

$$\therefore \oint B.dl = \mu_0 I$$

Case:-① যদি বন্ধ পথটোর ক্ষেত্রে I_1 আৰু I_2 পৰিমাণৰ প্ৰবাহ একে দিশত চালিত হয় তেন্তে এম্পিয়াৰৰ পৰিক্ৰমণৰ সূত্ৰ হ'ব—

$$\oint B.dl = \mu_0 (I_1 + I_2)$$

Case:-② যদি বন্ধ পথটোৰ ক্ষেত্ৰে I_1 আৰু I_2 পৰিমাণৰ প্ৰবাহ যদি বিপৰীত দিশত চালিত হয় তেন্তে এম্পিয়াৰৰ পৰিক্ৰমণৰ সূত্ৰ হ'ব—

$$\oint B.dl = \mu_0 (I_1 - I_2)$$

Case:-③ যদি বন্ধ পথটোৰ ক্ষেত্ৰে একে পৰিমাণৰ প্ৰবাহ বিপৰীত দিশত চালিত হয় তেন্তে $I_1 = I_2$ কিন্তু বিপৰীত দিশত হয়—

$$I_1 = I_2$$

$$\oint B.dl = \mu_0 (I_1 - I_2)$$

$$= 0$$

এম্পিয়াৰৰ সূত্ৰৰ প্ৰয়োগ —

① প্ৰবাহ চালিত তৰঙ্গীয় দীৰ্ঘৰ ক্ষেত্ৰৰ ক্ষেত্ৰত পোন পৰিবাহীৰ বাবে এম্পিয়াৰৰ পৰিক্ৰমণৰ সূত্ৰ প্ৰয়োগ—

I প্রবাহ চালিত অসীম দৈর্ঘ্যের লোম পরিবাহির থেকে r দূরত্ব P বিন্দুতে চুম্বক বিস্তার ঘনত্বের মান নির্ণয় করো—

এম্পিয়ার পরিপথের সূত্র হতে—

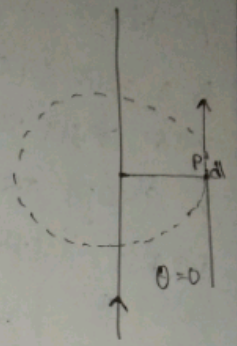
$$\oint B.dl = \mu.I$$

$$\Rightarrow \oint B.dl\cos 0^\circ = \mu.I$$

$$\Rightarrow \oint B\,dl = \mu.I$$

$$\Rightarrow B\oint .2\pi r = \mu.I$$

$$\Rightarrow B = \frac{\mu.I}{2\pi r}$$



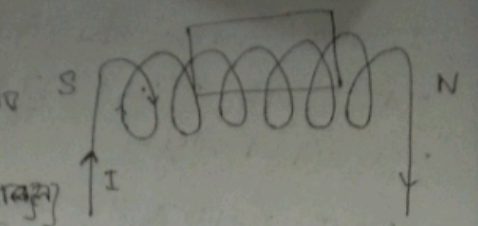
(11) ফ্লেমিং এর বাম হাত পরিপথের পরিপ্রেক্ষিতে সূত্রের প্রয়োগ :—

~~1. নির্দেশিত মুখী প্রবাহ = দন্ড~~

(*) ফ্লেমিং :- পরিবাহী তার ~~প্লাস্টিক~~ একটি ~~স্প্রিং~~ আকারে হেলিক্স (helix) আকৃতির ফাঁপা সৃষ্টি করিলে যদি তার দৈর্ঘ্য ব্যাসার্ধের তুলনায় বহুত বেশি হয় তবে তাকে ফ্লেমিং বলি কোরা হয়।

let,

প্রবাহ চালিত ছলেনয়ড
এবার আবৃত বিবেচিত
'A' বিন্দুতে চৌম্বক প্রাবল্য
B এর মান নির্ণয় করিব লাগে-
আর ইহার জন্য A বিন্দুর মাধ্যমে
h দৈর্ঘ্যের আয়তাকার বন্ধ পথ
PQRSP বিবেচনা করা হল।



যদি ছলেনয়ডের প্রতি একক দৈর্ঘ্যে
পাকের সংখ্যা n হয় তাহা বন্ধ পথটিকে আওতা
করে প্রবাহ হবে = nhI

এম্পিয়ারের সূত্র মতে —

$$\int_{PQRSP} \vec{B}.\vec{dl} = \mu_0 (nhI) \quad \text{——} (i)$$

$$\int_{PQRS} \vec{B}.\vec{dl} = \int_{P}^{Q} \vec{B}.\vec{dl} + \int_{Q}^{R} \vec{B}.\vec{dl} + \int_{R}^{S} \vec{B}.\vec{dl} + \int_{S}^{P} \vec{B}.\vec{dl}$$

(ii)

$\therefore$ (ii) $\Rightarrow$

Note —

$$\int_Q^R \vec{B}.\vec{dl} = \int_S^P \vec{B}.\vec{dl} = 0 \quad \Big| \begin{matrix} dl \perp B \\ \cos 90^\circ = 0 \end{matrix}$$

$$\int_R^S \vec{B}.\vec{dl} = 0$$

$$\int_P^Q \vec{B}.\vec{dl} = B\int_P^Q dl = BL \longrightarrow (3)$$

$$\therefore (11) \Rightarrow \int_{PQRS} \vec{B}.\vec{dl} = \int_P^Q \vec{B}.\vec{dl} + \int_Q^R \vec{B}.\vec{dl} + \int_R^S \vec{B}.\vec{dl} + \int_S^P \vec{B}.\vec{dl}$$

$$= BL + 0 + 0 + 0$$

$$= BL$$

$$\therefore (1) \Rightarrow BL = \mu_0(nLI)$$

$$\Rightarrow \boxed{B = \mu_0 nI}$$

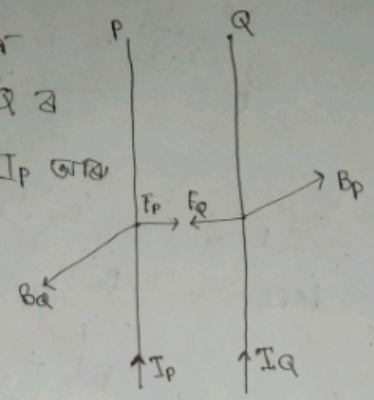
Note – 1. যদি n প্রতি একক দৈর্ঘ্যে থাকা পাকের সংখ্যা N এবং 'L' দৈর্ঘ্যে থাকা পাকের সংখ্যা হয় তাহলে -

$$\boxed{B = \frac{\mu_0 NI}{L}}$$

Note :- ① যদি A বিন্দুটো চলমাত্রর সিকোনো এটা প্রান্তত থাকে - $B = \frac{\mu_0 n I}{2}$

দুই সমান্তরাল প্রবাহর মাজর বল :-

ধরা হ'ল দুটা সমান্তরাল প্রবাহী ~~তার~~ p আৰু Q ৰ মাজেৰে প্রবাহ ক্রমে I_p আৰু I_Q হৈ আছে।



এতিয়া P পৰিবাহীৰ বাবে Q ত চুম্বক ক্ষেত্ৰ প্রাবল্যৰ মান -

$$B_p = \frac{\mu_0 I_p}{2\pi a} \quad \text{---------- (1)}$$

আকৌ, P পৰিবাহীৰ বাবে Q পৰিবাহীত প্রযুক্ত বল হ'ব - $F_Q = B_p I_Q l$

$$\overrightarrow{F_Q} = \frac{\mu_0 I_p I_Q l}{2\pi a} \quad \left[\text{P পৰিবাহীৰ দিশত}\right]$$

'Q' পৰিবাহীৰ বাবে P পৰিবাহীত চুম্বক ক্ষেত্ৰ প্রাবল্যৰ মান - $B_Q = \frac{\mu_0 I_Q}{2\pi a}$

আবার, Q পরিবাহীর জন্য P পরিবাহীতে প্রযুক্ত চুম্বক বল —

$$\vec{F_P} = B_Q I_P l$$

$$\vec{F_P} = \frac{\mu . I_P I_Q l}{2\pi r}$$ [Q পরিবাহীর দিকে]

এক্ষেত্রে, $\vec{f_P}$ আর $\vec{F_Q}$ বল দুটো সমান কিন্তু বিপরীতমুখী। এক্ষেত্রে বলের প্রকৃতিটা 2'য় আকর্ষণীয়।

Note:- ① পরিবাহীর ক্ষেত্রে যেকোন প্রবাহ যদি বিপরীত মুখী হয় তাহলে বলের প্রকৃতিটা 2'য় বিকর্ষণীয়।

Note-2 প্রতি একক দৈর্ঘ্যে বল দুটা 2'য়—

$$\frac{F_P}{l} = \frac{F_Q}{l} = \frac{\mu . I_Q I_P}{2\pi r}$$

Note-3 যদি $I_P = I_Q = 1A$ আর $r = 1m$ আর $l = 1m$ হয় তাহলে $F_P = F_Q = \frac{\mu}{2\pi} = 2 \times 10^{-7} N$